

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ И ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ НА РЕЖИМЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ОДИНОЧНЫХ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ

П.П. Ткаченко, Н.Е. Шлегель, С.С. Кропотова

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634034, Россия, Томск, Ленина, 30, ppt1@tpu.ru

Измельчение капель жидкостей долгое время интересует научных исследователей [1, 2]. Высокий интерес к данной теме объясняется широким спектром промышленных технологий, использующих газопарокапельные потоки [3, 4]: термическая и огневая очистка воды; теплообменные технологии испарения и конденсации в тепловых установках и др. Основной целью изучения процессов измельчения капель является увеличение площади свободной поверхности жидкости. Чаще всего выделяют первичное и вторичное измельчение жидкостного потока. Первичное измельчение капель достигается путем применения форсуночных устройств, капилляров, нагнетателей и др. В качестве основных схем вторичного измельчения принято считать основанные на соударениях капель между собой или с твердой поверхностью, например, стенкой. В данной работе представлены результаты вторичного измельчения при столкновении одиночных капель жидкостей.

При проведении экспериментов использовался стенд, схема которого представлена на рис. 1.

Для оценки влияния вязкости на процессы фрагментации капель при соударениях между собой использовалась группа растворов глицерина в воде концентрацией: 10 мас %; 25 мас %; 50 мас %. Для изучения влияния поверхностного натяжения жидкости приготавливались специализированные водные растворы поверхностно-активных веществ: 0,5 об % Твин 20; 0,5 об % Твин 80; 0,5 об % Неонол АФ9-12.

При столкновении капель выделялось четыре типовых исхода: отскок, коагуляция, разлет и дробление. Дробление капель представляет наибольший интерес для использования в промышленных установках, принцип работы которых основан на применении газопарокапельных смесей.

Увеличение вязкости раствора способствует образованию более крупных вторичных капель. При обработке видеок кадров установлено, что капли с большей вязкостью быстрее принимают сферическую форму и подвержены меньшим ко-

лебаниям при движении. Более сферичная форма способствует равномерному распределению действующих на каплю сил, и они сложнее дробятся. При дроблении вязкие жидкости образуют более крупные фрагменты, чем менее вязкие составы. Снижение поверхностного натяжения жидкости вызывает несколько изменений в системе «жидкость–газовая среда». Первое – при понижении поверхностного натяжения силы сдерживающие слои возле поверхности уменьшаются. Также из-за уменьшения поверхностного натяжения существенно трансформируется форма капли относительно шарообразной. Капли принимают формы эллипсоидов, блинов или жидких дисков. Из-за увеличения площади поверхности и, следовательно, сопротивления, капли неустойчивы при движении в газовой среде, и для их разрушения достаточны относительно небольшие аэродинамические силы. Снижение поверхностного натяжения способствует росту размеров трансформирующихся капель жидкости и длительности деформации.

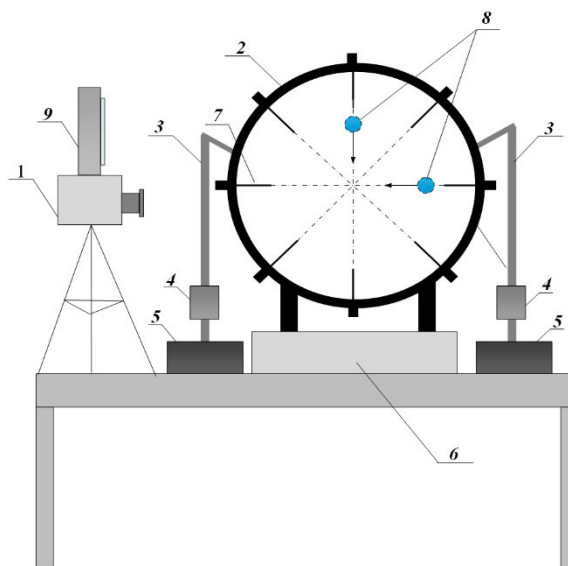


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

1 – высокоскоростная видеокамера; 2 – дисковый элемент, удерживающий сопла подачи жидкости; 3 – канал подачи жидкости; 4 – насос; 5 – емкость с подаваемой жидкостью; 6 – емкость для сбора жидкости; 7 – капилляры; 8 – капли; 9 – система освещения

Список литературы

1. Seong B. и др. *A hybrid aerodynamic and electrostatic atomization system for enhanced uniformity of thin film* // *Journal of Electrostatics*, 2017. – P. 93–101.
2. Baker T., Negri M., Bertola V. *Atomization of high-viscosity and non-Newtonian fluids by premixing* // *Atomization and Sprays*, 2018. – P. 403–416.
3. Lifeng L. и др. *The influence of pressure on optical particle measurement* // *Journal of Aerosol Science*, 2018. – P. 18–26.
4. Wang D. и др. *Experimental investigation on the deformation and breakup of charged droplets in dielectric liquid medium* // *International Journal of Multiphase Flow*, 2019. – P. 39–49.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

Е.В. Чуклин

Научный руководитель – к.х.н., доцент Д.А. Горлушко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, ecoboost.roar@gmail.com

Синтетические материалы, в отличие от металлов, начали производить не так давно, чуть больше половины века назад. Но несмотря на это, данные материалы уже давно стали превосходить до этого нам известные.

Главным преимуществом полимерных материалов, если их сравнивать с теми же металлами является то, что их свойства намного легче регулировать, они обладают низкой плотностью, высокой стойкостью к различным факторам, отличными тепло- и электроизоляционными свойствами.

Производство различных полимеров на данный момент развития в среднем возрастает на 5–7% ежегодно, и наряду с этим возникает очень важная проблема с утилизацией их отходов, которых скапливается целое множество.

В нашем эксперименте по разделению участвовали 5 основных видов пластиковых отходов – это полиэтилентерефталат (PET), полиэтилен высокой плотности низкого давления (HDPE), полиэтилен низкой плотности высокого давления (LDPE), полипропилен (PP) и полистирол (PS).

ПВХ (PVC) не использовался в эксперименте так как в нашем случае разделение происходит, благодаря жидкости, имеющей среднюю плотность между разделяемыми материалами, а плотности поливинилхлорида и полиэтилентерефталата практически совпадают друг с другом, исходя из чего невозможно было бы подобрать разделяющую среду. К тому же сам по себе ПВХ очень редко вторично перерабатывается из-за своей токсичности.

Нами был выбран способ разделения пластиковых отходов по плотностям, с использованием разделительной жидкости. Для этого была приготовлена смесь из измельченных образцов всех видов пластика, перечисленных выше (средние размеры 10–15 мм) и подготовлены 4 различные жидкости для разделения: вода, 20%-ный раствор NaCl, а также 40 и 50%-ные растворы изопропилового спирта.

Все образцы были перемешаны и высыпаны в емкость с первой разделительной жидкостью – водой. Наблюдалось разделение PS и PET (утонули) от PP, LDPE и HDPE (всплыли на поверхность воды). Далее PS и PET были разделены между собой при помощи 20%-ного раствора NaCl (PET в нем тонет, PS – нет). Полиэтилены низкой и высокой плотности (LDPE, HDPE) отделены от полипропилена (PP) в 50%-ном растворе изопропилового спирта (LDPE и HDPE в нем тонут). Далее изопропиловый спирт был доведен до 40% и в нем уже были разделены между собой оставшиеся полиэтилены низкой и высокой плотности (LDPE – плавают, HDPE – тонет).

В таблице 1 приведены плотности разделяемых пластиковых отходов, а также плотности сред, в которых происходит разделение.

В дальнейшем планируется данное разделение производить уже не просто в резервуаре, с гравитационной силой, а заменить ее на центробежную, то есть спроектировать для этого специальную центрифугу. Тогда сортировка будет происходить еще быстрее, а сама фракция на выходе будет значительно суше.